

**Sensor system limiting electric heater temp. esp. for ceramic glass  
Inductive cooker hob**

Patent Number: DE19526091  
Publication date: 1997-01-23  
Inventor(s): WILDE EUGEN (DE)  
Applicant(s): EGO ELEKTRO BLANC & FISCHER (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19526091  
Application: DE19951026091 19950718  
Priority Number(s): DE19951026091 19950718  
IPC Classification: H05B1/02; H05B3/74; F24C7/08;  
EC Classification: G01K7/38, H05B3/74P  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

A magnetic phase transition passes through in the range of the limit temp (27). The magnetisable material is a ferromagnetic material. The magnetisable material is so selected, that in the range of the limit temp. it has an esp. max. steep temp. dependency on the magnetising ability. The ferromagnetic material has a Curie temp., which lies above the limit temp. so that the temp. difference between the Curie temp. and the limit temp., amounts to pref. between 100 and 200 deg.C, esp. approximately 150 deg.C.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2





⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 26 091 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**H 05 B 1/02**  
H 05 B 3/74  
F 24 C 7/08  
G 01 D 5/22

⑳ Aktenzeichen: 195 26 091.0  
㉔ Anmeldetag: 18. 7. 95  
㉕ Offenlegungstag: 23. 1. 97

DE 19526091 A1

⑦① Anmelder:  
E.G.O. Elektro-Geräte Blanc und Fischer GmbH & Co.  
KG., 75038 Oberderdingen, DE

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Ruff, Beier und Partner, 70173  
Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Wilde, Eugen, 75438 Knittlingen-Freudenstein, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	44 17 824 A1
DE	43 41 486 A1
DE	40 04 129 A1
DE	37 05 009 A1
DE	94 12 765 U1

⑤④ Einrichtung zur Temperaturbegrenzung eines elektrischen Wärmegerätes

⑤⑦ Bei einer Einrichtung zur Temperaturbegrenzung eines elektrischen Wärmegerätes, das ein im Bereich einer Glas-keramikplatte (2) anbringbarer Heizkörper (1) sein kann, ist ein im beheizten Bereich des Wärmegerätes angeordneter, eine Spule (15) aufweisender Sensor (18) zur Erzeugung eines temperaturabhängigen Sensorsignals und eine mit dem Sensor zusammenarbeitende Steuereinheit vorgesehen, die in Abhängigkeit von dem Sensorsignal bei Überschreiten einer Grenztemperatur eine Abschaltung des Wärmegerätes bewirken kann. Im Bereich des Magnetfeldes der Spule (15) ist ferromagnetisches Material angeordnet, das im Bereich der Grenztemperatur einen magnetischen Phasenübergang durchläuft. Die dadurch bewirkte charakteristische, starke Änderung der Induktivität der Spule zeigt das Überschreiten der Grenztemperatur sicher an und kann mit elektronischen Mitteln leicht ausgewertet werden.

DE 19526091 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Temperaturbegrenzung eines elektrischen Wärmegerätes, insbesondere eines im Bereich einer Glaskeramikplatte anbringbaren Heizkörpers, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Derartige Einrichtungen zur Temperaturbegrenzung werden beispielsweise in elektrischen Wärmegeräten, wie Kochgeräten oder Warmhaltegeräten eingesetzt, um wärmeempfindliche Geräteteile, die mit dem eigentlichen Wärmeerzeuger in thermischem Kontakt sind, vor Überhitzung und damit vor Beschädigung oder gar Zerstörung zu schützen. Bei elektrischen Wärmegeräten, bei denen Glaskeramikplatten zum Einsatz kommen, sind Maßnahmen zur Temperaturbegrenzung in besonderem Maße erforderlich, da übliche Glaskeramiken bei Temperaturen von ca. 600 bis 700°C durch Kristallisation irreversible Schäden erleiden können. Darüber hinaus können Glaskeramiken oberhalb ihrer kritischen Temperatur elektrisch leitfähig werden; hier ist auch aus Gründen der Bediener-sicherheit eine Begrenzung der Temperatur erforderlich.

Bei einer aus dem deutschen Gebrauchsmuster G 91 13 992.2 bekannten Einrichtung zur Temperaturbegrenzung wird ein mechanisch arbeitender Stabfühler eingesetzt. Ein einseitig fest eingespannter Stab verlängert sich aufgrund der Wärmeausdehnung insbesondere in axialer Richtung und wirkt mit seinem freien Ende mechanisch auf den Kontakt eines Schalters. Bei der gewünschten Grenztemperatur hat der Stab eine Länge erreicht, bei der der Schalter schaltet und eine Abschaltung der Stromzufuhr zum Heizkörper bewirkt. Die Längenänderung des Stabes wirkt somit als Sensorsignal, der Kontakt ist ein Teil der Steuereinheit. Die Justierung der Grenztemperatur bzw. Schalttemperatur, bei der der Schalter schaltet, erfolgt durch Justierung der Geometrie der Anordnung. Die Justierung kann aufwendig sein, da beispielsweise eine axiale Dejustierung des Stabes um Bruchteile von Millimetern schon zu deutlichen Verschiebungen der Schalttemperatur führen kann. Zudem sind mechanisch arbeitende Temperaturbegrenzer nicht optimal für die Zusammenarbeit mit elektronischen Steuerelementen geeignet.

Zur Schaffung einer Temperaturbegrenzungseinrichtung, die besser an eine elektronische Steuereinheit angepaßt ist, ist schon vorgeschlagen worden, Thermoelemente einzusetzen und deren Thermospannung auszuwerten. Thermoelemente, die für einen ggf. über Jahre hinweg andauernden Einsatz bei hohen Temperaturen prinzipiell geeignet sind, beispielsweise solche aus Platinbasislegierungen, stellen derzeit allerdings keine wirtschaftliche Alternative zu den mechanisch arbeitenden Stabfühlern dar. Zudem sind für eine temperaturgenaue Schaltung aufwendige Auswertemittel erforderlich, die Thermospannungsdifferenzen im mV-Bereich sicher detektieren können.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Temperaturbegrenzung zu schaffen, die an das Zusammenwirken mit elektronischen Steuereinheiten besonders gut angepaßt ist. Insbesondere soll ein sicheres Ansprechen bei exakt vorgegebener Grenztemperatur gewährleistet werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung eine Einrichtung zur Temperaturbegrenzung eines elektrischen Wärmegerätes mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vor. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Der Wortlaut

der Ansprüche wird durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

Nach der Erfindung ist ein Sensor vorgesehen, der mindestens eine mit Wechselspannung beaufschlagbare Spule aufweist. Wenn eine Wechselspannung an der Spule anliegt, erzeugt diese ein magnetisches Wechselfeld. In dem Bereich, in dem dieses Magnetfeld wirksam wird, ist in festgelegter räumlicher Beziehung zur Spule magnetisierbares Material angeordnet, das im Bereich der gewünschten Grenztemperatur der Temperaturbegrenzungseinrichtung einen magnetischen Phasenübergang durchläuft. Der magnetische Phasenübergang geht mit einer charakteristischen Änderung der Magnetisierbarkeit des magnetisierbaren Materials im Bereich der Grenztemperatur einher. Dieser charakteristische, temperaturabhängige Verlauf der Magnetisierbarkeit des Materials beeinflusst die Induktivität der Spule in einer derart charakteristischen Weise, daß die Induktivitätsänderung der Spule als sichere, unverwechselbare Anzeige für das Überschreiten der Grenztemperatur, insbesondere beim Aufheizen, genutzt werden kann. Die Induktivitätsänderung im Bereich der Grenztemperatur ist derart charakteristisch, daß ein Sensorsignal entsteht, welches durch Auswertemittel, die entsprechend für die Auswertung von Induktivitätsänderungen ausgelegt sind, aufgrund seines charakteristischen Verlaufes eindeutig als auf einer Temperaturänderung beruhend identifiziert werden kann.

Bisher war der Einsatz von Spulen in Sensoren zur Temperaturüberwachung, insbesondere bei im Bereich von Glaskeramikplatten anbringbaren Heizkörpern von Kochgeräten, für nicht praktikabel gehalten worden, da allein schon das Aufsetzen oder Abnehmen von ferromagnetischen Töpfen von einer Kochfläche eine Induktivitätsänderung einer Spule bewirken kann. Dieser Effekt wird in Topferkennungssystemen ausgenutzt, wie beispielsweise in der DE 40 04 129 A1 beschrieben. Durch die Erfindung wird es möglich, der Spule eines Sensors ein für eine Temperaturänderung charakteristisches Induktivitätsverhalten zu verleihen, das sich auswertetechnisch sicher von Induktivitätsänderungen unterscheiden läßt, die auf anderen Ursachen beruhen. Ein magnetischer Phasenübergang kann dazu genutzt werden, einen Sensor zu schaffen, der im Bereich der Grenztemperatur pro Einheits-Temperaturintervall eine Induktivitätsänderung erfährt, die wesentlich stärker ist, als eine entsprechende Induktivitätsänderung deutlich unterhalb bzw. deutlich oberhalb der Grenztemperatur. Eine steile Temperaturabhängigkeit der Induktivität der Spule im Bereich der Grenztemperatur kann dazu genutzt werden, eine eindeutig definierte Schalttemperatur der Temperaturbegrenzungseinrichtung zu realisieren. Durch die Erfindung entfallen auch Justierungstoleranzen, die beispielsweise bei mechanischen Stabfühlern nur mit Aufwand kleinzuhalten sind. Denn der Schalterpunkt (die Grenztemperatur) wird im wesentlichen durch materialspezifische Eigenschaften des magnetisierbaren Materials und seines Phasenüberganges bestimmt.

Das magnetisierbare Material kann beispielsweise ferrimagnetisch sein. Vorzugsweise ist das magnetisierbare Material ein ferromagnetisches Material. Hierdurch können sich besonders starke und damit sicher auswertbare Signale ergeben. Das ferromagnetische Material durchläuft im Bereich der Grenztemperatur einen Phasenübergang zwischen ferromagnetisch (bei niedrigen Temperaturen) und paramagnetisch (bei höheren Temperaturen). Die Temperatur, oberhalb derer

das ferromagnetische Material seine ferromagnetische Eigenschaft einbüßt und paramagnetisch ist, wird im folgenden als Curietemperatur bezeichnet. Der magnetische Phasenübergang erfolgt nicht bei einer genau definierten Temperatur, sondern innerhalb eines gewissen Temperaturintervalles unterhalb der Curietemperatur. Dieses Temperaturintervall kann mehrere 100°C betragen; wobei im Temperaturintervall des Phasenübergangs die Änderung der Magnetisierung pro Einheits-temperaturintervall mit der Temperatur variieren kann.

Die Grenztemperatur bzw. der Schaltpunkt der Einrichtung kann grundsätzlich an jedem eindeutig charakterisierbaren Punkt des Temperaturintervalles liegen. Mit Vorteil ist das magnetisierbare Material so gewählt, daß es im Bereich der gewünschten Grenztemperatur eine im Vergleich zu Temperaturen außerhalb des Phasenüberganges relativ starke, insbesondere maximal steile Temperaturabhängigkeit der Magnetisierbarkeit aufweist. In diesem Fall würde die erste Ableitung einer Magnetisierbarkeit/Temperatur-Kurve ein Maximum aufweisen. Entsprechendes würde für die Induktivitäts/Temperaturkurve der Spule gelten. Somit kann die Grenztemperatur z. B. durch Differenzierung des Sensorsignals besonders genau identifiziert werden. Mit Vorteil weist das ferromagnetische Material eine Curietemperatur auf, die oberhalb der gewünschten Grenztemperatur liegt, wobei die Temperaturdifferenz zwischen Curietemperatur und Grenztemperatur vorzugsweise zwischen 100 und 200°C, insbesondere bei etwa 150°C liegen kann. Bei einer bevorzugten Ausführungsform hat das ferromagnetische Material eine Curietemperatur zwischen 550°C und 650°C, insbesondere von ca. 600°C. Der besonders steile Verlauf der Magnetisierbarkeits-/Temperatur-Kurve kann zwischen ca. 450 und ca. 500°C liegen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Spule, die Träger des das Magnetfeld bewirkenden elektrischen Stromes ist, selbst im wesentlichen aus dem magnetisierbaren, insbesondere aus dem ferromagnetischen Material besteht. Ein kleiner Spulendurchmesser mit ggf. vielen Windungen ist prinzipiell genauso möglich wie ein großer Durchmesser mit ggf. wenigen Windungen. Statt wendelförmigen sind auch spiralförmige Spulen möglich. Die genauen Spulencharakteristika lassen sich durch Dimensionierung der Spule optimal an die Auswertemittel für die als Induktivitätsänderung der Spule auftretenden Sensorsignale anpassen. Es hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Spule im wesentlichen aus hochtemperaturbeständigem ferromagnetischen Material besteht, insbesondere aus elektrisch isolierend oxidiertem Heizleitermaterial, vorzugsweise aus einer Legierung auf Cr-Fe-Al-Basis. Dieses Material kann auch über lange Zeiten bei den beispielsweise in Heizkörpern auftretenden hohen Temperaturen im wesentlichen ohne irreversible Änderungen seiner elektrischen und magnetischen Eigenschaften eingesetzt werden. Dieser Vorteil überwiegt bei weitem Nachteile, die sich aus dem relativ hohen spezifischen elektrischen Widerstand des Materials ergeben könnten.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist ein von der Spule mindestens teilweise umfaßter Spulenkern vorgesehen, der im wesentlichen aus magnetisierbarem Material besteht, das im Bereich der Grenztemperatur einen magnetischen Phasenübergang durchläuft, wobei der Spulenkern insbesondere im wesentlichen aus ferromagnetischem Material besteht.

Vorzugsweise besteht der Spulenkern im wesentlichen aus dem schon erwähnten Heizleitermaterial auf Cr-Fe-Al-Basis. Es ist auch möglich, anstatt oder zusätzlich zu einem Spulenkern im Außenbereich der Spule in fester räumlicher Beziehung zu dieser in ihrem Magnetfeldbereich magnetisierbares, insbesondere ferromagnetisches Material anzuordnen. Die Spule kann beispielsweise eine auf einem Isolierträger, z. B. einer Keramikplatte, aufgebrachte Spiralspule aus vorzugsweise hochtemperaturbeständigem Material sein. Dieses kann in Dick- oder Dünnschichttechnik aufgebracht sein. Das magnetisierbare Material kann, elektrisch isoliert von der Spule, beispielsweise schicht- oder plattenförmig oberhalb und/oder unterhalb der Spule angeordnet sein. Der gesamte Sensor kann in Schichttechnik aufgebaut sein.

Ist zusätzlich zur Spule magnetisierbares Material vorgesehen, so kann die Spule selbst im wesentlichen aus unmagnetischem Material bestehen, beispielsweise aus einer hochtemperaturbeständigen, unmagnetischen Cr-Ni-Legierung wie CN 8020. Die Spule kann aber auch bei zusätzlich vorgesehenem magnetisierbarem Material aus magnetisierbarem Material bestehen.

Durch zusätzliches magnetisierbares Material, das in fester räumlicher Beziehung zur Spule in deren Magnetfeld anzuordnen ist, z. B. durch den Spulenkern, ergeben sich vorteilhafte Justierungsmöglichkeiten. So kann je nach Kopplung zwischen Spule und dem Material der Effekt der Magnetisierbarkeitsänderung auf die Spuleninduktivität stärker oder schwächer eingestellt werden. Durch Wechsel der Materialart des magnetisierbaren Materials, insbesondere durch Wechsel des Materials eines Spulenkerns, kann ohne weiteres die Grenz- bzw. Schalttemperatur eines Sensors verändert und den Erfordernissen angepaßt werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Spule an oder auf einem elektrisch isolierenden Träger angeordnet ist. Insbesondere kann die Spule auf einem Keramikrohr oder einem Keramikstab aufgewickelt sein. Damit wird die Platzierung der Spule an einem für ihre Funktion besonders geeigneten Ort, beispielsweise "schwebend" oberhalb von Heizwendeln eines Heizkörpers, besonders einfach. Die Spule kann auch innerhalb eines Trägers aus elektrisch isolierendem Material angeordnet sein, insbesondere innerhalb eines Keramikrohres. Auch Glasrohre sind möglich. Durch einen die Spule umgebenden elektrisch isolierenden Träger ist zum einen eine elektrische Isolierung nach außen gegeben, die insbesondere bei Spulenmaterial zweckmäßig ist, das selbst nicht, wie der beschriebene Heizleiter, durch eine Oxidschicht elektrisch isoliert ist. Die Anordnung innerhalb eines Trägers bietet auch Schutz vor mechanischen Beschädigungen, wie sie insbesondere bei der Installation des Sensor oder des Wärmegerätes auftreten können.

Die beschriebene Einrichtung zur Temperaturbegrenzung kann bei einer Vielzahl elektrischer Wärmegeräte mit Vorteil eingesetzt werden. Wird die Temperaturbegrenzungseinrichtung z. B. im Zusammenhang mit einem Heizkörper eines Elektroherdes eingesetzt, so kann die Spule mit Vorteil nahe der Unterseite einer Kochfläche des Wärmegerätes bildenden Platte, insbesondere einer Glaskeramikplatte, angeordnet sein. Der Sensor kann damit zwischen der eigentlichen Wärmequelle, den Heizleitern, und dem besonders übertemperaturempfindlichen Material angeordnet sein und kann besonders schnell auf unzulässig hohe Temperaturen ansprechen und eine Änderung des Betriebszustan-

des des Wärmegerätes einleiten.

Die Spule kann an einem Teil eines wärmebeständigen Isolierkörpers, insbesondere an oder auf einem Mittelvorsprung einer Isolierschale eines Strahlheizkörpers, angeordnet sein. Der sowieso vorhandene Isolierkörper kann damit gleichzeitig als Träger für die Spule des Sensors wirken. Es ist auch möglich, daß die Spule mindestens zum Teil in einer Ausnehmung des Isolierkörpers angeordnet ist, beispielsweise in einer den Mittelvorsprung umlaufenden Ringnut. Gegebenenfalls kann sie auch teilweise oder vollständig innerhalb des Isolierkörpers liegen. Dabei ist dann die Veränderung der Ansprechgeschwindigkeit bei dieser Anordnung besonders zu berücksichtigen.

Ein Wärmegerät mit einem die Spule enthaltenden Sensor kann einen Anschluß aufweisen, mit dem die Spule mit Auswertemitteln für die als Induktivitätsänderung der Spule auftretenden Sensorsignale elektrisch leitend verbindbar ist. Ein Auswertemittel kann ein beliebiges, dem Fachmann bekanntes Gerät sein, das Induktivitätsänderungen erkennen und zu einer Auswertung weiterverarbeiten kann. Bevorzugt ist es, wenn die Spule im angeschlossenen Zustand ein Teil eines Schwingkreises ist, dessen Schwingungsfrequenz sich mit der Induktivitätsänderung der Spule ändert, und wenn die Auswertemittel eine Frequenzauswertung zur Auswertung der Schwingungsfrequenz aufweisen.

Die Auswertemittel können analog arbeiten und ggf. eine Differenzierung des Sensorsignals beinhalten, durch die die Änderungsgeschwindigkeit des Sensorsignals leicht erfaßbar wird. Besonders vorteilhaft können die Auswertemittel jedoch digital arbeiten. Die Auswertung kann auf einem Vergleich der über eine bestimmte Torzeit gezählten Impulse der Schwingkreisfrequenz mit einer Vergleichszahl basieren. Ein mögliches Grundprinzip für die Arbeitsweise eines geeigneten Auswertemittels ist in der DE 40 04 129 A1 beschrieben. Die dort beschriebenen Auswertemittel erfassen die Änderungsgeschwindigkeit des Sensorsignales eines induktiven Sensors eines Topferkennungssystems. Wegen der charakteristischen Induktivitätsänderung, die ein einen magnetischen Phasenübergang nutzender Sensor bewirkt, ist es möglich, einen mindestens eine Spule aufweisenden Sensor sowohl zur Temperaturbegrenzung als auch zur Topferkennung einzusetzen. Über die charakteristischen Unterschiede der Änderungsgeschwindigkeiten des Sensorsignales dieser beiden Effekte (Topferkennung bzw. Temperaturänderung) können die Ursachen eindeutig voneinander unterschieden werden. Für beide Funktionen können auch jeweils eigene Spulen vorgesehen sein. So können z. B. zwei Spulen in Reihe geschaltet sein.

Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Teilschnitt durch ein Kochgerät mit einer Glaskeramikplatte und einem Strahlheizkörper mit einem erfindungsgemäßen Sensor,

Fig. 2 einen schematischen Teilschnitt wie in Fig. 1, jedoch mit einer anderen Ausführungsform des erfin-

dungsgemäßen Sensors,

Fig. 3 ein stark schematisiertes Blockschaltbild einer Einrichtung zur Temperaturbegrenzung und

Fig. 4 ein Diagramm, das den experimentell ermittelten Verlauf der Schwingungsfrequenz eines erfindungsgemäßen Sensor enthaltenden Schwingkreises in Abhängigkeit von der Temperatur zeigt.

Fig. 1 zeigt einen Teil eines Kochgerätes 1 mit einem unter einer Glaskeramikplatte 2 angeordneten Strahlheizkörper 3. Der Strahlheizkörper 3 enthält in einer Blech-Trägerschale 4 einen wärmebeständigen Isolierkörper 5 mit einem umlaufenden, hochgezogenen Rand 6. Auf diesen liegt ein aus wärmebeständigem Isoliermaterial bestehender Ring 7 auf, über den der Strahlheizkörper an der Unterseite der Glaskeramikplatte 2 abgestützt ist. Der Strahlheizkörper 3 weist eine ringförmige Ausnehmung 8 auf, an deren Boden Heizwiderstände 9 um eine Mittelzone 10 herum angeordnet sind. Mehrere Strahlheizkörper 3 sind an der Unterseite einer Glaskeramikplatte 2 federnd angedrückt und bilden einzelne Heizzonen, die auch zum Wärmen oder zu anderen Zwecken geeignet sind.

Die Mittelzone 10 wird durch einen nach oben vorspringenden, kegelförmigen Mittelvorsprung 11 des Isolierkörpers 5 gebildet, wobei die Oberseite 12 des Mittelvorsprungs 11 mit der Oberseite 13 des Randes 6 im wesentlichen in einer Ebene liegt. Auf der Oberseite 12 liegt ein freies Ende eines radial zum Mittelvorsprung 11 ausgerichteten, runden Keramikstabes 14 auf, dessen anderes Ende auf der Oberseite 13 des Randes 6 aufliegt und in einer radialen Ausnehmung des Ringes 7 festgehalten ist. Auf den Keramikstab 14 ist eine (schematisch dargestellte) Spule 15 gewickelt, deren zwei Anschlüsse elektrisch leitend mit den Anschlüssen 16 des Anschlußelementes 17 verbunden sind, das an der vertikalen Außenseite der Blechträgerschale 4 befestigt ist. Die Spule 15 ist wesentlicher Funktionsträger des Sensors 18.

Die wendelförmig gewickelte Spule 15 erstreckt sich mit ihrer Länge praktisch über den gesamten radialen Bereich der Heizwiderstände 9. Sie besteht aus einem ferromagnetischen Material, das einschließlich seiner durch eine Oxidschicht gebildeten Isolierung bis über ca. 1000°C wärmebeständig ist. Das Spulenmaterial ist eine Legierung auf Cr-Fe-Al-Basis, wie sie beispielsweise unter dem Namen KANTHAL AF vertrieben wird. Das Material der Spule hat eine Curietemperatur von ca. 600°C. Bei der in Fig. 1 gezeigten Spule sind ca. 100 Windungen auf ca. 4 mm Außendurchmesser gewickelt.

Fig. 2 weicht nur hinsichtlich von Aufbau und Anordnung des Sensors von Fig. 1 ab. Einander entsprechende Elemente sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Bei der Anordnung in Fig. 2 weist der Sensor 20 eine Spule 21 auf, die auf der Oberseite 12 des Mittelvorsprungs 11 befestigt ist. Die axiale Länge der Spule 21 ist kürzer als der Durchmesser der runden Oberfläche 12 des Mittelvorsprungs 11. Im Gegensatz zur Spule 15 besteht die Spule 21 aus einer nicht-ferromagnetischen Cr-Ni-Legierung (CN 8020). Die Anschlüsse der Spule 21 sind durch (nicht gezeigte) elektrische Leitungen mit den Anschlüssen 16 des Anschlußelementes 17 verbunden. Die Windungen der Spule 21 umgreifen, elektrisch isoliert von diesem, einen im Querschnitt runden Spulenkern 22 aus ferromagnetischem Material mit einer Curietemperatur von ca. 600°C. Der Spulenkern besteht im wesentlichen aus einer durch eine Oxidschicht nach außen elektrisch isolierten Cr-Fe-Al-Basislegierung.

Das stark schematisierte Blockschaltbild in Fig. 3 zeigt, wie ein beispielsweise in den Fig. 1 oder 2 gezeigter Heizkörper mit einem erfindungsgemäßen Sensor an eine Steuereinheit angeschlossen ist. In Fig. 3 bezeichnet das Bezugszeichen 23 den Heizkörper mit Sensor, das Bezugszeichen 24 die Frequenzauswerteschaltung für den die Spule des Sensors enthaltenden Schwingkreis, Bezugszeichen 25 einen Energieregler und Bezugszeichen 26 das Stromnetz, an das das Kochgerät 1 angeschlossen ist.

Die Temperaturbegrenzungseinrichtung arbeitet wie folgt: Bei einer die Grenztemperatur bzw. Schalttemperatur durchlaufenden Temperaturänderung erfährt die Spule eine im Zusammenhang mit Fig. 4 noch näher erläuterte Änderung ihrer Induktivität, wobei ein Sensorsignal in Form einer für das magnetisierbare Material und dessen räumliche Anordnung zur Spule charakteristische Induktivitätsänderung entsteht. Die Spule ist Teil eines Schwingkreises, dessen übrige Teile, beispielsweise eine Kapazität, in einem Signaleingangselement enthalten sind, das Teil der Frequenzauswerteschaltung 24 ist. Das Sensorsignal wird bei einer digital erfolgten Auswertung in einem Signalwandler in ein Rechtecksignal verwandelt, indem aus der sinusförmigen Schwingfrequenz eine Rechteckfrequenz gebildet wird, die sich besser zur digitalen Weiterverarbeitung eignet. In einer nachfolgenden Frequenzmeßeinrichtung wird über eine bestimmte, von einem Zeitgeber vorgegebene Torzeit die Zahl der Impulse des Rechtecksignals und damit eine der Schwingungsfrequenz des Schwingkreises proportionale Zahl ermittelt und gespeichert.

Diese von der Schwingungsfrequenz abhängige Zahl wird einer Differenzbildungseinrichtung zugeleitet, wo sie mit einer entsprechenden Vergleichszahl verglichen wird, die aus einem Vergleichszahlenspeicher kommt. Einmal je Torzeit wird ein der entstehenden Differenz entsprechendes Signal an eine Verknüpfungslogik gesandt, und zwar einschließlich des Vorzeichens der Differenz. Die Verknüpfungslogik enthält auch einen Speicher für einen Sollabstand oder einen Stellwert, bei dessen Unterschreitung bzw. Überschreitung ein Ausgangssignal erzeugt wird, über das der Energieregler 25 angesteuert wird. In der Praxis kann je nach dem jeweiligen Betriebszustand (Temperaturgrenzwert überschritten bzw. unterschritten) eine dem Schwellenwert entsprechende Zahl zur Differenz addiert oder subtrahiert werden, so daß jeweils beim Nulldurchgang ein entsprechendes den Heizkörper einschaltendes oder abschaltendes Schaltsignal entsteht. Aufeinanderfolgende Vergleiche erfolgen im Rhythmus der Torzeit, die Bruchteile von Sekunden betragen kann.

Die meisten der zu den Auswertemitteln zählenden beschriebenen Einrichtungen arbeiten digital. Sie können Teil eines Mikrocontrollers bzw. Mikrocomputers sein. Darin sind die zur Erläuterung beschriebenen Einzleinrichtungen und Elemente nicht körperlich enthalten, sondern durch entsprechende Programmierung ersetzt, um die beschriebenen Funktionen auszuführen. Der Energieregler schaltet starkstromseitig die Spannung des Haushaltsnetzes 26 an die Heizwiderstände 9 an. Die entsprechenden Schaltmittel können ein mechanisches Relais oder entsprechende elektronische Bauteile enthalten.

Anhand von Fig. 4 wird der Verlauf der Schwingungsfrequenz ( $f$ ) eines des Sensor enthaltenden Schwingkreises, in Abhängigkeit von der Temperatur ( $T$ ) dargestellt. Im Temperaturbereich zwischen Raumtemperatur und ca. 400°C ist das ferromagnetische Ma-

terial des Sensors in ferromagnetischem Zustand, so daß durch Magnetisierung des ferromagnetischen Materials die Induktivität der mit Wechselspannung beaufschlagten Spule gegenüber einer materialfreien Spule erhöht ist. Die schwache Abnahme der Schwingungsfrequenz  $f$  des Schwingkreises unterhalb des kleinen Schwingfrequenzminimums bei ca. 410°C zwischen Raumtemperatur und ca. 400°C wird im wesentlichen durch die Zunahme des elektrischen Widerstandes des Spulenmaterials in diesem Temperaturbereich verursacht. Bei Temperaturen um ca. 400 bis 410°C setzt der magnetische Phasenübergang des magnetisierbaren Materials ein. Dessen Magnetisierung verringert sich, und dadurch steigt die Schwingfrequenz  $f$  des die Spule enthaltenden Schwingkreises in charakteristischer Weise an. Die Änderungsgeschwindigkeit der Magnetisierung pro Einheits-Temperaturintervall ist nicht konstant, sondern variiert stark. Im gezeigten Beispiel ist der Abfall der Magnetisierung im Bereich zwischen ca. 450°C und ca. 480°C besonders stark. Dem besonders steilen Abfall der Magnetisierungs/Temperaturkurve entspricht ein entsprechend steil ansteigender Verlauf der Schwingungsfrequenz/Temperaturkurve in diesem Bereich.

Das ferromagnetische Material ist zweckmäßig so gewählt, daß die gewünschte Grenztemperatur bzw. Schalttemperatur 27 in den Bereich besonders starker Temperaturabhängigkeit der Magnetisierung, und damit starker Temperaturabhängigkeit der Schwingungsfrequenz  $f$ , fällt. Im gezeigten Beispiel entspricht der etwa 470°C betragenden Grenztemperatur 27 eine Grenzfrequenz von ca. 600 kHz. Bei geringfügiger Unterschreitung der Grenztemperatur liegt die Schwingungsfrequenz deutlich unterhalb 600°C kHz. Entsprechend ist schon kurz oberhalb der Grenztemperatur die Schwingungsfrequenz deutlich oberhalb von 600 kHz. Die starke Schwingungsfrequenzänderung innerhalb eines kleinen Temperaturintervalls ist durch die Auswertemittel sicher und eindeutig auswertbar. Insbesondere ergeben sich bei typischen Aufheizgeschwindigkeiten im Bereich der Grenztemperatur 27 charakteristische Änderungsgeschwindigkeiten der Schwingungsfrequenz, die sich signifikant von Änderungsgeschwindigkeiten unterscheiden, wie sie z. B. beim Aufsetzen oder Abnehmen von ferromagnetischen Töpfen entstehen.

Bei weiterer Temperatursteigerung im Bereich oberhalb ca. 500°C verringert sich die Magnetisierung des magnetisierbaren Materials immer weniger stark, bis schließlich bei Erreichen der Curietemperatur von ca. 600°C die ferromagnetischen Eigenschaften völlig verschwunden sind und das magnetisierbare Material sich paramagnetisch verhält. Diesem Zustand entspricht im Beispiel eine Schwingungsfrequenz von ca. 900 kHz.

Die in Fig. 4 gezeigte Abhängigkeit der Schwingungsfrequenz  $f$  von der Temperatur  $T$  ist wesentlich durch materialspezifische Eigenschaften des ferromagnetischen Materials bestimmt. Sie ist weiter abhängig von der (fest vorgegebenen) räumlichen Beziehung zwischen dem ferromagnetischen Material und der Spule (wobei die räumliche Beziehung auch darin bestehen kann, daß die Spule selbst im wesentlichen aus magnetisierbarem Material besteht) sowie von der Ausbildung der Spule selbst (Windungszahl, Wicklungsdurchmesser etc.). Entsprechend können die Auswertemittel so auf das Material und die Geometrie des Sensors abgestimmt sein, daß nur eine eindeutig auf den magnetischen Phasenübergang zurückgehende Frequenzänderung auch als auf Temperaturänderung beruhend er-



kannt wird und entsprechend eine Änderung des Betriebszustandes des Kochgerätes, insbesondere ein Abschalten, bewirkt wird. Es wird eine sichere Unterscheidung von durch Temperaturänderungen verursachten Induktivitätsänderungen der Spule gegenüber anderen Induktivitätsänderungen ermöglicht, wie sie beispielsweise durch Aufsetzen oder Abnehmen eines ferromagnetischen Topfes auf die Glaskeramikplatte verursacht werden können. Neben der Änderungsgeschwindigkeiten der Schwingungsfrequenz kann auch der "Hub" der Schwingungsfrequenzänderung als Unterscheidungskriterium genutzt werden. Der Frequenzhub ist bei Topferkennungssensoren z. B. über Windungszahl der Spule und Abstand zwischen Spule und Glaskeramikplatte einstellbar. Er kann z. B. so eingestellt werden, daß er geringer ist als der ca. 100 kHz betragende Hub zwischen der Schwingungsfrequenz bei Untertemperatur (ca. 500 kHz) und Grenztemperatur (ca. 600 kHz) in Fig. 4.

Erfindungsgemäße Sensoren gönnen daher problemlos gemeinsam mit dem zitierten Topferkennungssystem eingesetzt werden. Es können im wesentlichen die für dieses System entwickelten Auswerte- und Versorgungseinrichtungen verwendet werden. Es ist möglich, für beide Funktionen eine Spule zu nutzen und die für die unterschiedlichen Ursachen (Temperaturänderung bzw. Topfabnahme oder -aufsetzen) charakteristischen Schwingungsfrequenzänderungen über die Auswertemittel zu unterscheiden.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Temperaturbegrenzung eines elektrischen Wärmegerätes, insbesondere eines im Bereich einer Glaskeramikplatte anbringbaren Heizkörpers, mit mindestens einem im beheizten Bereich des Wärmegerätes (1) angeordneten, zur Erzeugung eines temperaturabhängigen Sensorsignals ausgebildeten Sensor (18; 20), der signalübertragend mit einer Steuereinheit verbindbar ist, die in Abhängigkeit von dem Sensorsignal im Bereich einer Grenztemperatur (27) eine Änderung des Betriebszustandes des Wärmegerätes bewirkt, insbesondere dieses ausschaltet, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (18; 20) mindestens eine Spule (15; 21) aufweist, in deren Magnetfeldbereich in festgelegter räumlicher Beziehung zur Spule magnetisierbares Material angeordnet ist, das im Bereich der Grenztemperatur (27) einen magnetischen Phasenübergang durchläuft.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetisierbare Material ein ferromagnetisches Material ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetisierbare Material so gewählt ist, daß es im Bereich der Grenztemperatur (27) eine insbesondere maximal steile Temperaturabhängigkeit der Magnetisierbarkeit aufweist.
4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das ferromagnetische Material eine Curietemperatur hat, die oberhalb der Grenztemperatur (27) liegt, wobei die Temperaturdifferenz zwischen Curietemperatur und Grenztemperatur vorzugsweise zwischen 100 und 200° C, insbesondere ca. 150° C beträgt.
5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das ferromagnetische Material eine Curietemperatur zwischen

550 und 650° C, insbesondere von ca. 600° C hat.

6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (15) im wesentlichen aus magnetisierbarem, insbesondere ferromagnetischem Material besteht.

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (15) im wesentlichen aus hochtemperaturbeständigem ferromagnetischem Material besteht, insbesondere aus elektrisch isolierend oxidiertem Heizleitermaterial, vorzugsweise aus einer Legierung auf Cr-Fe-Al-Basis.

8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein von der Spule mindestens teilweise umfaßter Spulenkern (22) vorgesehen ist, der im wesentlichen aus magnetisierbarem Material besteht, das im Bereich der Grenztemperatur (27) einen magnetischen Phasenübergang durchläuft, wobei der Spulenkern (22) insbesondere im wesentlichen aus ferromagnetischem Material besteht.

9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (21) aus nicht magnetisierbarem Material besteht, insbesondere aus einer unmagnetischen, hochtemperaturbeständigen Cr-Ni-Legierung.

10. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (15; 21) an oder auf einem elektrisch isolierenden Träger angeordnet ist, insbesondere daß die Spule (15) auf einem Keramikrohr oder Keramikstab aufgewickelt ist.

11. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule innerhalb eines Trägers aus elektrisch isolierendem Material angeordnet ist, insbesondere innerhalb eines Keramikrohres.

12. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (15; 21) nahe der Unterseite einer Kochfläche des Wärmegerätes bildenden Platte, insbesondere einer Glaskeramikplatte (2), angeordnet ist.

13. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (21) an einem Teil eines wärmebeständigen Isolierkörpers (5), insbesondere an oder auf einem Mittelvorsprung (11) einer Isolierschale eines Strahlheizkörpers (3) angeordnet ist.

14. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (15; 21) Teil eines Schwingkreises ist, dessen Schwingungsfrequenz sich mit der Induktivitätsänderung der Spule ändert, und daß die Auswertemittel eine Frequenzauswertung zur Auswertung der Schwingungsfrequenz aufweisen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen.



- Leerseite -

